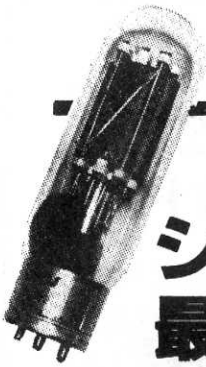
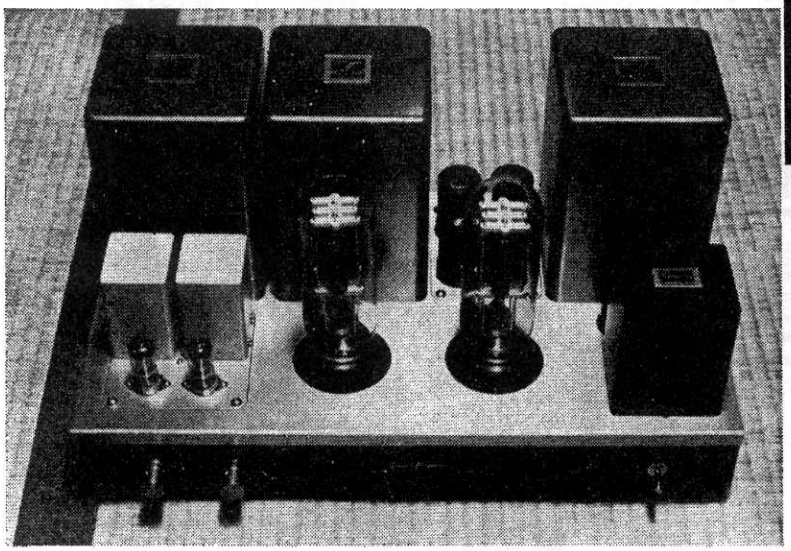
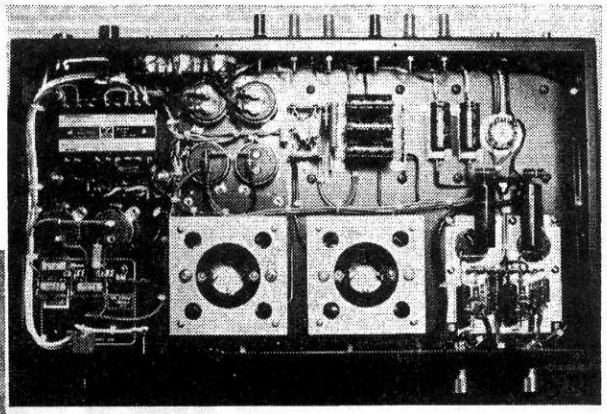
シングル・アンプの音色のすなおさ，きめ細かさにひかれて



シングル・アンプの最高クラスをねらった





送信管 UV-211 UV-845 兼用

シングル・ステレオ・パワー・アンプの設計・製作

石井義治（いしい よしはる）

デバイスに半導体を使用したアンプを追いかけていると，ふとしたときに真空管の持つあの独特のフィーリングが無情に恋しくなることがあります．小パワー真空管アンプで静かに室内楽を楽しむのも興きのあるものですが，これぞ真空管アンプというような，大型パワー管を使用したアンプにも心ひかれるものがあります．出力段の動作形式にしても，シングル，プッシュプルとありますが，私はシングル・アンプの持つ音色のすなおさ，きめの細かさにひじょうな魅力を感じます．またシングル・アンプにはプッシュプル・アンプでは表現できないサムシングがあるように思えてなりません．

そこで今回は，音質・出力ともにシングル・アンプの最高峰をねらったパワー・アンプを計画しました．出力管には数あるパワー管のなかでオーディオ用として家庭で使用できる最大級のもの，そして比較的入手も容易なUV—211を選びました．さらにドライバ回路は十分余裕ある出力電圧が得られるよう考慮し，構造上，規格上，UV—211のファミリとも言えるUV—845も入手しだいでは使用できるよう設計しました．

UV—211，UV—845は共にプレート電圧は1000Vにおよびますので，回路はできるかぎりシンプル，かつ確実なものを採用し，使用部品も性能，信頼性，耐久性を重視して選択します．このため部品さえそろえれば初心者でも容易に製作できるアンプとなり，使用部品，製作上の注意を中心に話を進めていくことにします．もし読者の中で製作される方がいらっしゃいましたら，出力管プレートには1000V近い高圧がかかっていることを念頭において感電にはくれぐれも注意して製作されるようはじめに申し上げておきます．

UV—211，UV—845について

UV—211およびUV—845の規格，外観をそれぞれ**第1表**，**第2表**に示します．UV—211は本来小型送信機の出力段，もしくは励振段用として開発された万能送信管であるのに対し，UV—845はAM送信機の変調器用にAB_1級低周波増幅専用管として開発された送信管です．これはいずれもE_p—I_p特性曲線の直線性は極めて良好で，大出力パワー・アンプの終段管としてもすぐれた適性を示します．

UV—211，UV—845のファミリは各社からひじょうに多くの品種が発表されており，我国でも東芝，NECで製造されていました．代表的な品種を

第3表に示します．とくに UV—211 は軍用として VT—4C の名称で多数製造，使用されたこともあり，現在でも入手が容易かつ安価（安価といっても1本¥13K位です）で，音質も極めてすぐれている，と三拍子そろった貴重な存在です．

UV—211 の構造，規格については，フィラメント材にトリウム・タングステンが使用された直熱3極管で，フィラメント電力は 32.5W（E_f=10V，I_f=3.25A）にもおよび，送信管としてヘビー・デューティな使用にも耐えられるようフィラメント・エミッションを考慮して設計されています．プレート損失については連続最大プレート損失75Wが標準ですが，これはプレート材質により異なるようです．現在得られるほとんどのものはプレート材にグラファイト製（GE, RCA, UE 等）で，この他金属プレート製（WE, NEC 等），メッシュ・プレート製（旧型テレフンケン）の3種があります．

UV—211 の特徴は内部抵抗が極めて高い直熱3極管という点につきます．これから種々の性質が生ずるわけですが，内部抵抗が高いということはプレート入力のわりに出力が出ないということになる反面，直線性が良好で，この球の直線性に対抗できる真空管は，例の801A以外には見当りません．また，送信管として設計されているだけあり，グリッドが正の領域での直線性劣化がまったくなく，負の領域より良いくらいです（この点については 801A も同様です）．一般受信管では得られない特性で注目に値します．この UV 211 の特性を生かし，骨までしゃぶってやろうと考えるむきには，ドライバ回路をトランス結合もしくはパワー管を使用したカソード・ホロワ（電圧増幅管では役不足です）として，強力に⊕領域まで振り込めばシングルで40〜50Wは得られます（この出力もシングル・アンプとしては異例です）．この場合，多量のグリッド電流が流れますが，グリッド電流は 50 mA_{max} まで許容されていますので何ら問題なく，さすが送信管といえます．

UV—211 はこのような使用方法が本来の姿なのかも知れませんが，オーディオ用としてはいささか考えてしまいます．UV—845 については，フィラメント，プレートは UV—211 とまったく同様ですが，内部抵抗は UV—211 の約 1/2 となっています．このため出力も同一プレート電圧（E_b=1000V）時，UV—211 の10Wに対し21Wと約2倍の出力が得られます．反面，グリッドを正の領域まで使用することは規格上規定されてなく，通常は E_c=0V までとなります．

第1表　UV-211Aの規格

接続	
名称	UV-211A
用途種類 E_f・I_f	送信.変調・電力増幅用 10V・3.25A
E_{bb}	—
E_b	1250
P_p	75
E_{cc2}	P_{in} 150W
E_{c2}	—
P_{g2}	—
I_k	I_b = 175mA
E_{c1}	—
R_g F	C_{gp} 15pF
R_g C	C_{gf} 6 pF
e_{hk}	C_{pf} 5 pF

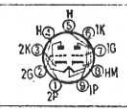
動作	A_1S	AB_2P.P.	
E_b	1000	800	1000
E_{c2}	—	—	—
E_{c1}	−52	−60	−80
R_K	—	—	—
R_L	7	5.4	6.8
E_{g1}	—	—	—
I_{b0}	65	30〜300	20〜300
I_{bSIG}	—	—	—
I_{c20}	—	(3	4)
I_{c2SIG}	—	—	—
g_m	*3.8	—	—
r_p	—	—	—
μ	**12	—	—
μ_{g1g2}	—	—	—
P_0	10	140	190
KF	—	—	—
備考	* I_b＝75mAの時 ** 静特性 （ ）内励振電力（W）		

第2表　UV-845の規格

接続	
名称	UV-845
用途種類 E_f・I_f	送信・変調・電力増幅用 10V・3.25A
E_{bb}	—
E_b	1250
P_p	75
E_{cc2}	P_{in} 150W
E_{c2}	—
P_{g2}	—
I_k	I_b = 120mA
E_{c1}	—
R_g F	C_{gp} 14.5pF
R_g C	C_{gf} 6 pF
e_{hk}	C_{pf} 4.5pF

動作	A_1S			AB_1P.P.	
E_b	750	1000	1250	800	1000
E_{c2}	—	—	—	—	—
E_{c1}	−98	−155	−209	−125	−170
R_K	—	—	—	—	—
R_L	3.4	9	16	4.5	4.6
E_{g1}	—	—	—	—	—
I_{b0}	95	65	52	80	70
I_{bSIG}	—	—	—	170	330
I_{c20}	(69	110	148	177	240)
I_{c2SIG}	—	—	—	—	—
g_m	*3	—	—	—	—
r_p	1.7	1.9	2.1	—	—
μ	**5	—	—	—	—
μ_{g1g2}	—	—	—	—	—
P_0	15	21	24	40	75
KF	—	—	—	—	—
備考	* I_b＝75mAの時 ** 静特性 （ ）内励振電圧(V)（正弦波実効値）				

第4表　5687の規格

接続	
名称	5687
用途種類	中μ電圧増幅用双3極
E_f・I_f	12.6V 0.45A，6.3V 0.9A
E_b	300V
P_p	4.2W
R_g F	1MΩ
R_g C	
e_{hk}	90V
	プレート耐逆電圧 1000V 両ユニットとも動作時7.5W

動作	動作例		
E_b	120	180	250
E_{c1}	−2	−7	−12.5
E_{cco}	*(−9	−14	−19)
I_b	36	23	12
g_m	11.5	8.5	5.4
μ	18	17	16
r_p	1.56	2	3
備考	* I_b＝100μAの時		

〈第1表〜第4表〉 UV—211，UV—845，5687 の規格表

出力段の設計

出力段は UV—211，UV—845 兼用という点と，長期間安定度を考慮し，動作階級は A_1 級にとり，セリフ・バイアスを採用しました．まずロード・ラインを引くに当り出力管の動作基準点を決めます．出力管プレートへの供給電圧は1000Vを越えるとケミコンをはじめとする各部品の耐圧の関係で電源部が大型になるうえ，部品の入手，コストの点で，一般性がなくなるので，上限ぎりぎりの950Vに決めます．

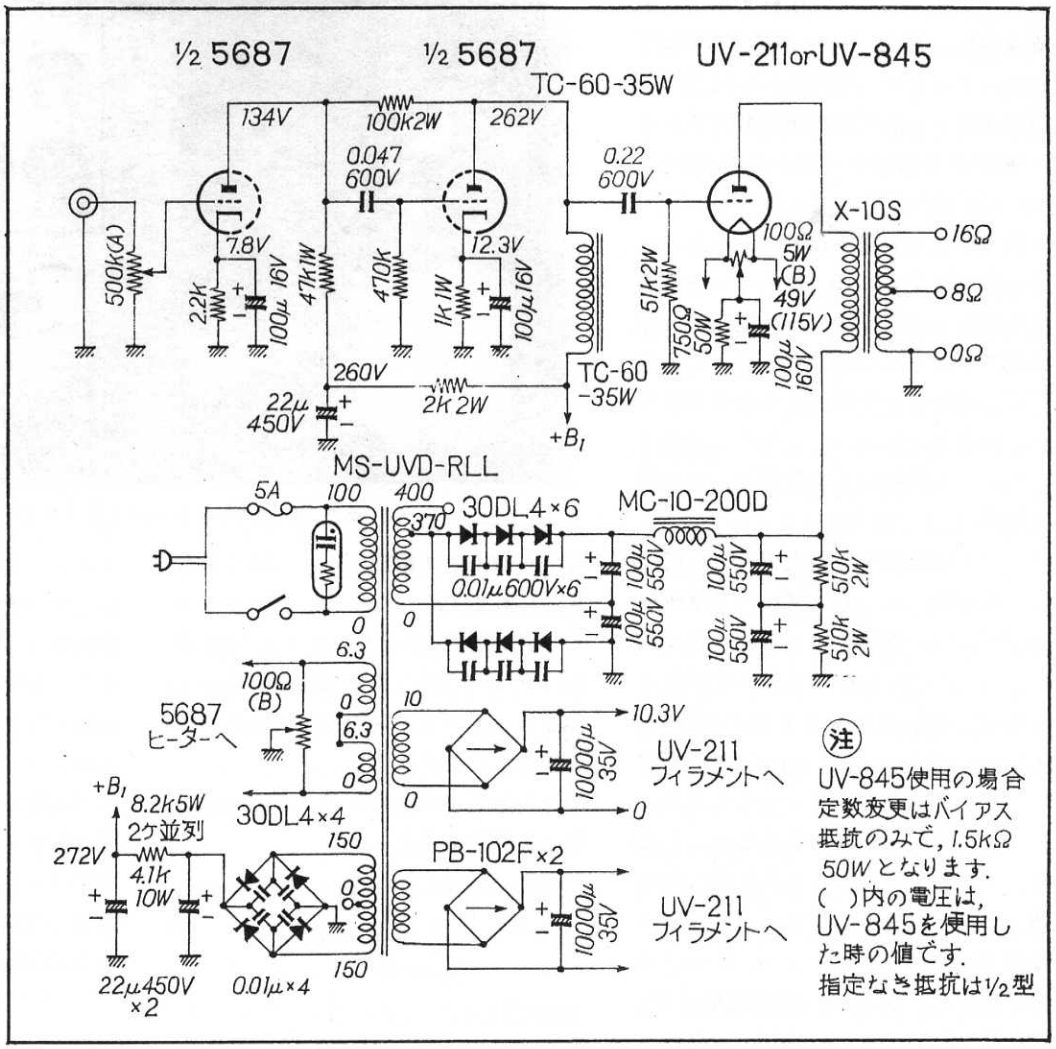
〔211系類似管〕

名称	メーカー	プレート損失
GL-211	G.E	75W
GL-835	G.E	75W
VT-4C	G.E	100W
UE211	U.E	75W
RS237(旧)	TELEFUNKEN	70W
RS237(新)	TELEFUNKEN	100W
WE-242C	W.E.	85W
835	RCA	75W
211	RCA	75W

〔845系類似管〕

名称	メーカー	プレート損失
GL-845	G.E	100W
UE-845	U.E	100W
UE-945	U.E	100W
T-110-1	B.B	100W
WE-284D	W.E	85W
845	RCA	100W
UV-845	東芝	75W
JAN845W	RCA	100W

〈第3表〉 UV—211，UV—845 系類似管内の代表的品種



〈第4図〉
本機 UV—211, UV—845 A1級シングル・パワー・アンプの全回路図（電源部以外は各CH分表示）

(注)
UV-845使用の場合定数変更はバイアス抵抗のみで，1.5kΩ 50Wとなります．
（ ）内の電圧は，UV-845を使用した時の値です．
指定なき抵抗は½型

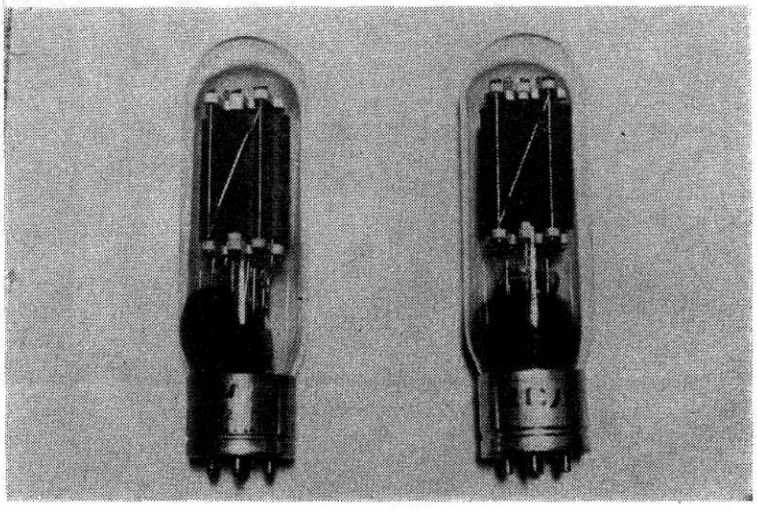
表面に現れてきてしまいます．そのかわり低ひずみで極めて大きな出力電圧を得ることが可能です．

考え方のちがいでこれを良しとする方も多くいらっしゃるようですが，私の場合，出力管本来の音色にドライバ管の音色がプラスされてしまうのは好みません．さらにパワー管を使用したとしてもプレート供給電圧を高くとらねばならないことには変わりはなく，通常行われる抵抗負荷では，この負荷抵抗でのロスがひじょうに大きくなってしまいます．

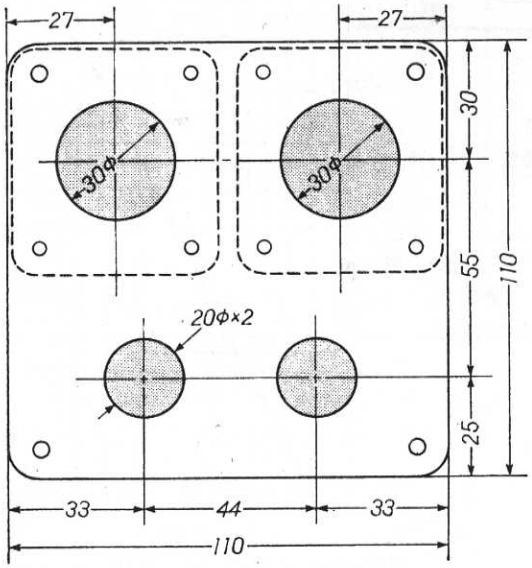
そこで本機には小信号用電圧増幅管で低 μ，低 r_p の品種を使用し，プレート電圧を高くとりプレート電流も十分に流した状態で使用することにします．このような目的に使用できる電圧増幅管はそうざらにあるものではなく，一般的な品種では 6350，6463，5687 ぐらいなものです．このなかでもっとも r_p が低く，プレート損失も大きな5687を使用することにします．ここで5687の規格を**第4表**に示します．

つぎに回路型式ですが，はじめに述べたようにできる限りシンプルかつ確実な回路を採用します．ベストな状態がピン・ポイントであるようなシビアな調整を必要とする回路は，長期間安定度，製作時の難易やトラブルを考えた場合，本機のように高圧を扱う回路には不適当でたとえ特性的には数段すぐれていたとしても採用したくありません．以上を考慮し本機にはごく一般的なプレート・ホロワを採用しゲインとの兼合から2段増幅とします．

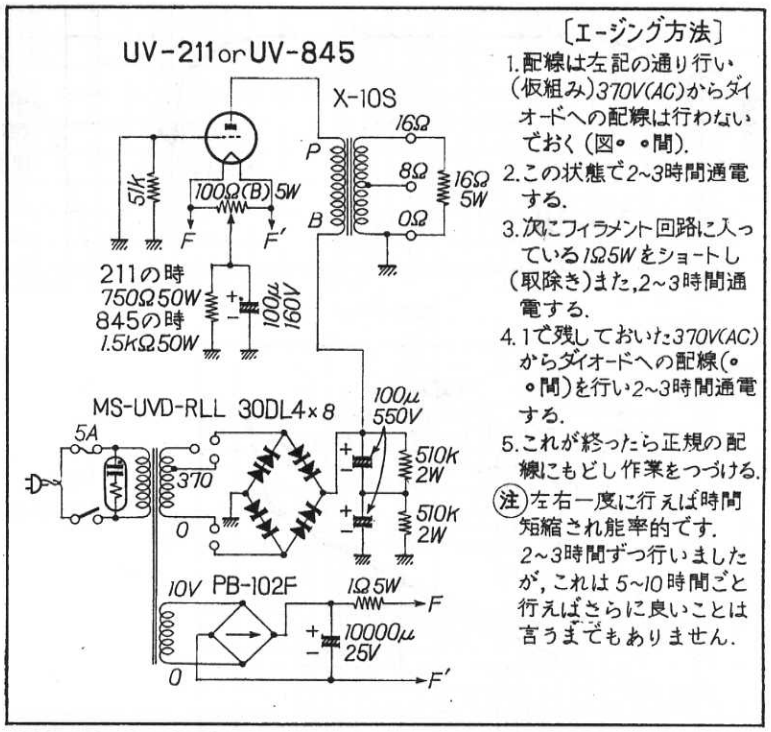
この電圧増幅段で問題になるのは2



▶ **使用した出力管は送信管としてポピュラーなUV—211，UV—845である**



〈第5図〉 ドライバ段パネル加工図



〈第6図〉▷出力管のエージング

はトランジスタ式アンプに使用してみてクリアな再生音，ノイズの少なさの点で現在得られるダイオードの中でベストでしょう．今回は管球式アンプに使用してみたわけですが，ひじょうに良い結果が得られました．

日コンのゴールド・シリーズの使用と相まってノイズの発生がなく，極めてクリアな再生音が得られました．

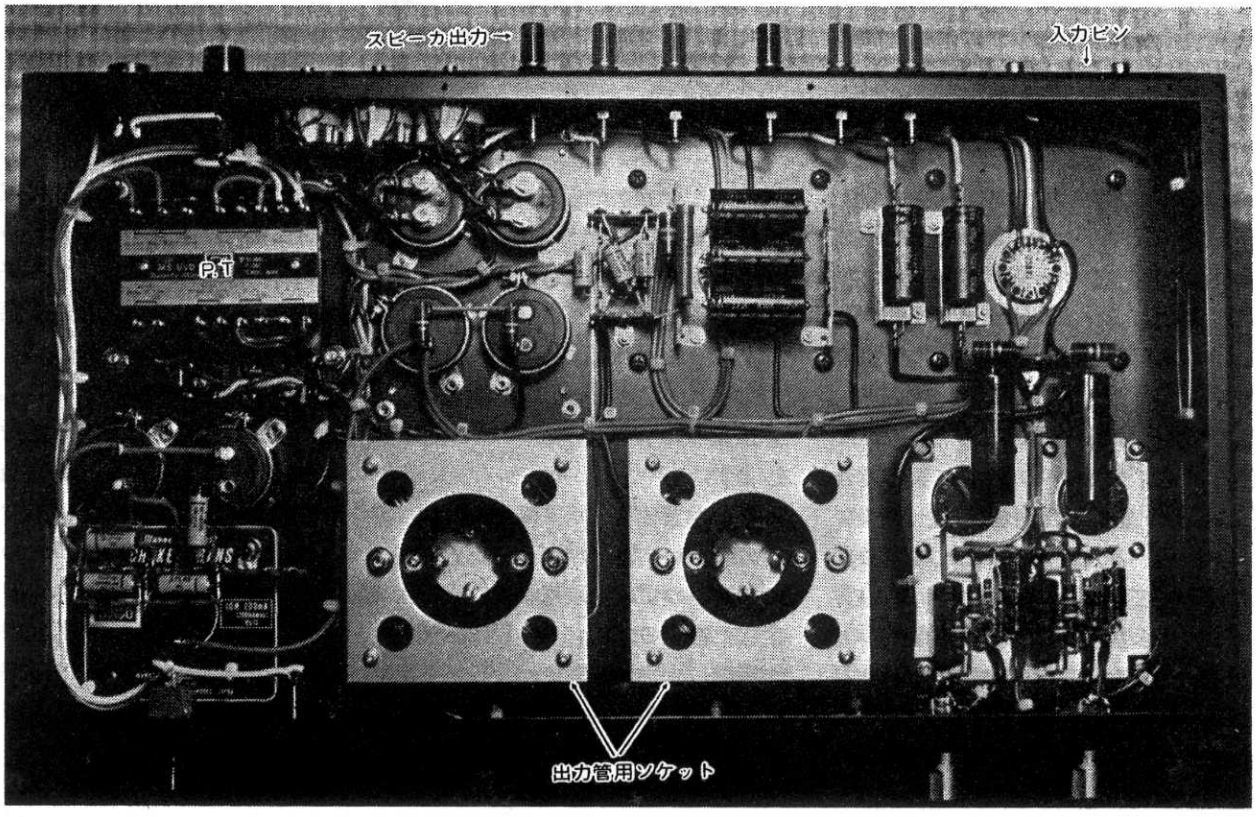
(vii) 配線用コード

高圧回路には1.25スケアのジュンフロン線にさらに4φのエンパイア・チューブをかぶせて使用しました．ジュンフロン線は絶縁材として最高の特性を示すテフロンを被ふくしてあり，スリーブ厚はさほど厚くないのですが1000Vの耐圧を持っており，耐熱性も極めてすぐれたコードです．一般のビニール・コードは耐圧600Vですので高圧回路には使用しないよう注意してください．

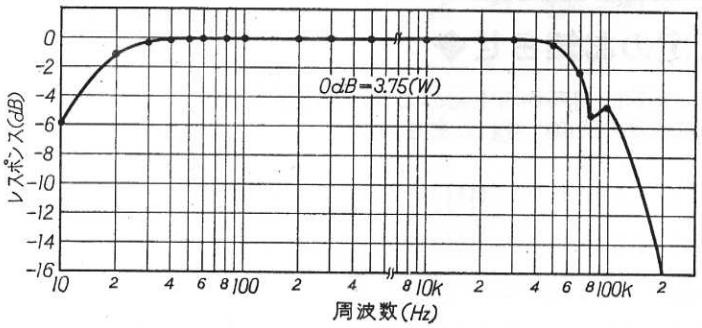
その他の部分は品川電線のTYPE—TR—64, 20 AWG—F—Yという耐熱ビニール線を使用しました．

秋葉原ではジュンフロン線はオヤイデ電機 (Tel. 253—9351)，品川電線のものは鈴蘭堂 (Tel. 253—6507) で入手できます．

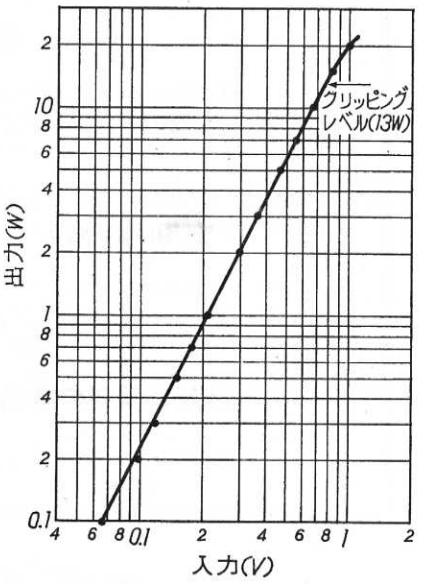
参考までに本機に使用したパーツを**第5表**に示します．



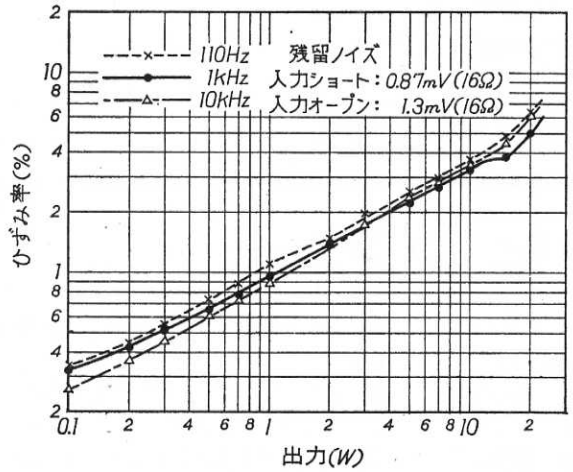
▶ 本機シャシ内完成写真・回路がシンプルだから部品も少ない数ですんでいる



〈第10図〉
周波数特性



〈第11図〉
入出力特性



〈第12図〉 出力対ひずみ率特性

▲UV—845使用時の本機の特性

測定結果

出力段が UV—211, UV—845, それぞれの場合についての周波数特性, 入出力特性, ひずみ率特性を**第 7～12 図**に示します. −3 dB 落ちで UV—211 の場合 14.3 Hz～68 kHz, UV—845 の場合 14.2 Hz～74 kHz と広帯域に仕上がりました. この周波数特性上で 90 kHz 付近にある 0.6 dB の山はプレート・チョーク TC—60—35Wの特性によるものです. また, 低域は重ね合せたように同一の特性を示し, ドライバ回路の特性がストレートに出ました. X—10 S の低域特性がいかにすぐれているか証明したような特性です. 高域は UV—211 の方がレスポンス低下が早く始まっていますが, これは UV—211 の持つ内部抵抗が UV—845 より高いためです. それでも 20 kHz まで完全に 0 dB ですので, 不満はありません. 最大出力は UV—211 の場合 12W, UV—845 の場合 13W となっています. 入出力特性上ではクリッピング・レベルを示しましたが, シンクロで観測した場合, ひずみ成分は完全に 2 次高調波で正弦波の頭がこころもち丸くなったかなと思う程度の変化です. いずれにしても両者ともクリッピング・レベルは明確には表われません.

ひずみ率特性でとくに注目する点は各周波数でのひずみ率が極めて良くそろっている点です. これは X—10 S の位相特性, 周波数特性が良好なためです. 値についても両者とも最大出力時 3 %以下に納まっています.

ヒアリングの結果

3 月号発表のスーパー・シャント電源使用 DC プリと組合せ, スピーカにタンノイ・イートンを使用して行いました. UV—211 の場合は極めて立上がりの速いシャープな音色で, 真空管パワー・アンプというイメージをいだかせません. しかし, トランジスタ式の音色とも明らかに異なります. 高域はさわやかにのび切っており, 低域は力強くしまっているうえ, ウエットななめらかさを感じさせる音色です. 音域バランスが極めて良く, チェンバロ, ピアノ, コントラバス, フル・オーケストラどれを再生しても欠点がまったくなく, 聴いていて楽しくてしようがありません.

UV—211 と X—10 S の絶妙のバランスとでも言いましょうか, 私には管球式アンプで現在得られる最高峰の音色と思えます. あらためて UV—211, X—10 S の実力を見た思いです.

UV—845 の場合は UV—211 とはやや異なります. 高域ののびは若干押えられるかわり, 低域は雄大に広がりホール・トーンのような雰囲気感がひじょうに良く出ます. このため, 帯域バランスとしてはやや低域に片よった感じになります. コントラバスやピアノの低弦などは力強くすこぶる良好に再生できますが, 重い音色になります.

UV—845 だけ聞いていたら大満足だったのかも知れませんが, UV—211, X—10 S の組合わせがあまりにすばらしいので, こう感じるのだと思います. とは言っても, どちらの出力管を使用してもすべての点で通常の受信管とは次元の異なるハイ・グレードな再生音が得られます. 現在, 曲想により差替えて楽しんでいます.

最後に, トランスの入手にご協力いただいた平田電気, シャシの入手にご協力いただいた鈴蘭堂, 各位に対し, 誌上を借りて御礼申し上げます.